

# Pembuatan Biodiesel dari Biji Saga (*Adhnantera pavonina*) dengan Katalis Padat H-Zeolit

James Becker, Syaiful Bahri, Syamsu Herman

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
email: jamesbecker333@gmail.com

## Abstract

*Transesterification reaction is a reaction between the oil (triglyceride) with alcohol to produce methyl esters. One of commercial product is biodiesel. The production of biodiesel from vegetable oils, especially seed oil saga is still very limited, it is necessary to develop a vegetable oil-based biodiesel. In this research, the manufacture of biodiesel by transesterification reaction using natural zeolite catalysts are activated to H-Zeolite, with a variation of the molar ratio of reactants (1: 3, 1: 6 and 1: 9) and the number of H-zeolite catalyst (6%, 8% and 10%) with a fixed variable is the reaction temperature 60 ° C, the reaction time of 200 minutes and the stirring speed of 200 rpm. From the test results show that the molar ratio transesterification and the amount of catalyst affects the reaction rate to achieve equilibrium of the reaction. The best operating conditions obtained in this study is the molar ratio of 1: 9 and the amount of catalyst 8% which resulted in a conversion reaction of 86.44%. Characteristics of biodiesel produced in this study meets the standards of commercial biodiesel with kinematic viscosity of 5.15 cp, specific gravity (40 ° C) 0.853 and saponification numbers were 0.49 mg KOH / g sample.*

**Keywords :** Biodiesel, H-zeolite, Oil, Transesterification.

## 1. Pendahuluan

Semakin menipisnya cadangan sumber energi fosil terutama minyak bumi memaksa pemerintah Indonesia dan masyarakat untuk mencari energi alternatif lain selain sumber energi fosil. Dalam upaya pencarian, pengembangan dan penggalan sumber energi alternatif haruslah mempertimbangkan faktor-faktor utamanya, yaitu energi, ekonomi dan ekologi. Dengan kata lain sistem yang dikembangkan haruslah dapat memproduksi energi dalam jumlah yang besar, dengan biaya yang rendah serta mempunyai dampak terhadap suatu lingkungan yang minimal. Salah satu alternatif yang mungkin memenuhi kriteria tersebut adalah pemanfaatan minyak nabati sebagai bahan bakar motor diesel atau yang lebih dikenal dengan nama *biodiesel* sebagai pengganti bahan bakar minyak solar konvensional [Handoyo dkk, 2007].

*Biodiesel* adalah alkyl ester dari rantai panjang asam lemak yang berasal dari bahan lemak, seperti minyak nabati

atau lemak binatang. Manfaat bahan bakar ini dibandingkan dengan bahan bakar fosil, yaitu toksisitas lebih rendah dan hampir nol emisi belerang [Marcheti, 2008]. Bila dibandingkan dengan minyak solar yang digunakan pada mesin diesel, *biodiesel* lebih menurunkan emisi karbon monoksida, sulfur, hidrokarbon dan asap pada keluaran proses serta pada pembakaran *biodiesel* tidak menambah tingkat level CO<sub>2</sub> pada atmosfer [Wen Z *et.all*, 2009]. Pada pembuatan *biodiesel* banyak faktor yang berpengaruh terhadap hasil reaksi antara lain kemurnian bahan baku, rasio alkohol terhadap minyaknya, jenis katalis dan konsentrasinya, suhu reaksi, dan lain-lain.

Penelitian pembuatan *biodiesel* dengan bahan baku minyak biji saga ini sangat penting dilakukan. Karena *biodiesel* dari minyak biji saga merupakan salah satu cara pemanfaatan biji saga yang dihasilkan dari pohon saga yang banyak digunakan sebagai pohon peneduh dengan menggunakan katalis H-Zeolit yang ramah

lingkungan dan bernilai ekonomis. Pohon Saga tumbuh baik di daerah tropika pada ketinggian sampai 500 meter di atas permukaan laut. Tumbuhnya tidak memerlukan pemeliharaan khusus, dan dapat tumbuh baik di daerah berbatu, di daerah payau ataupun di tanah alang-alang. Tanaman saga mulai berbuah pada umur lima tahun dan berproduksi tiga kali setahun sampai berumur 25-30 tahun. Dari saat berbunga sampai polong buahnya tua diperlukan waktu kira-kira 3,5-4 bulan. Produksi biji kering per pohon per tahun 1-150 kilogram (Lukman, 1982). Dari segi bahan baku, biji saga cukup melimpah dan memiliki potensial yang tinggi untuk pembuatan *biodiesel*.

Pembuatan *biodiesel* umumnya dilakukan dengan menggunakan katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH karena memiliki kemampuan katalisator yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis lainnya. Akan tetapi, penggunaan katalis ini memiliki kelemahan yaitu sulit dipisahkan dari campuran reaksi sehingga tidak dapat digunakan kembali dan pada akhirnya akan ikut terbuang sebagai limbah yang dapat mencemarkan lingkungan [Santoso, 2013]. Untuk mengatasi hal ini, pembuatan *biodiesel* dapat dilakukan dengan menggunakan katalis basa heterogen seperti H-Zeolit.

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan *biodiesel* dari minyak biji saga dengan menggunakan katalis padat H-Zeolit. Penelitian ini bertujuan untuk mengkonversi biji saga untuk dijadikan *biodiesel* sebagai bahan bakar alternatif, menentukan pengaruh perbandingan mol metanol dengan minyak biji saga terhadap *yield* reaksi transesterifikasi dalam sintesis *biodiesel*, menentukan persentase optimal katalis padat H-zeolit pada reaksi transesterifikasi dalam sintesis *biodiesel* dan mengetahui karakteristik fisika dan kimia *biodiesel* yang dihasilkan dari minyak biji saga.

## 2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji saga yang

diekstrak menggunakan pelarut N-heksana dengan cara sokletasi untuk mendapatkan minyaknya. Setelah itu dipersiapkan katalis zeolit dengan menambahkan larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 N dan dimasukkan kedalam reaktor alas datar dengan kecepatan 100 rpm selama 50 jam pada suhu  $90^\circ\text{C}$  kemudian diaktifasi dengan cara difurnace pada suhu  $600^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Kemudian minyak tersebut dimasukkan ke dalam reaktor alas datar dengan perbandingan minyak biji saga dengan metanol 1:3, 1:6, dan 1:9 serta penambahan katalis pada jumlah 6%, 8% dan 10% b/b. Proses ini dilakukan pada temperatur  $60^\circ\text{C}$  dengan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 200 menit.

Setelah itu produk didiamkan selama 24 jam dalam corong pisah dan diambil lapisan atas sebagai *biodiesel*, kemudian cuci dengan aquades untuk menghilangkan sisa asam, katalis dan hasil samping lainnya. Selanjutnya *biodiesel* ini akan dilakukan analisa sifat fisika dan kimia untuk mendapatkan data dan melihat pengaruh dari variasi komposisi katalis serta perbandingan molar minyak metanol yang digunakan. Analisa tersebut dilakukan dengan penentuan angka asam, viskositas dan densitas serta uji GC-MS (Gas Chromatographi Mass Spectroscopi). Adapun standar mutu (SNI) *biodiesel* yang ditampilkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Standart Mutu Biodiesel

No.	Parameter dan satuan	Batas nilai
1.	Massa Jenis pada suhu $40^\circ\text{C}$ $\text{Kg/m}^3$	850-890
2.	Viskositas kinematik pada suhu $40^\circ\text{C}$ $\text{mm}^2/\text{s}$ (cSt)	2,3-6,0
3.	Angka asam mg-koh/g	Maks. 0,80

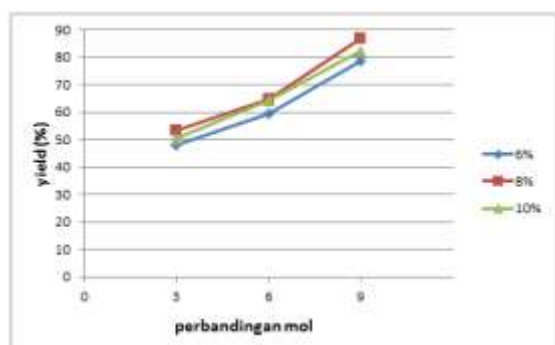
## 3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh perbandingan molar metanol dengan minyak biji kapuk terhadap *yield biodiesel*.

Perbandingan mol metanol diharapkan dapat mempengaruhi *yield*

transesterifikasi dalam sintesis *biodiesel*. Proses sintesis *biodiesel* dilakukan pada suhu 60°C dengan waktu reaksi selama 200 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Perbandingan mol metanol dengan minyak biji saga yang digunakan adalah (1:3), (1:6) dan (1:9) atau (1 mol minyak : 3 mol metanol) sedangkan jumlah katalis yang digunakan adalah 6%, 8%, dan 10% b/b.

Dari penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan hasil yang disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1.

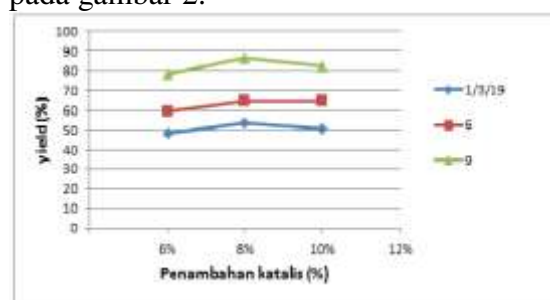


**Gambar 1.** Hubungan antara *yield* terhadap perbandingan mol metanol pada jumlah katalis ( 6%, 8% dan 10% b/b) dalam sintesis *biodiesel*.

Dari Gambar 1 kurva hubungan antara variasi katalis terhadap *yield* yang diperoleh dapat dilihat *yield* tertinggi yang didapat pada jumlah katalis 8% dengan perbandingan mol metanol (1:9) 16,992 gram metanol sebesar 86,74%. Hal ini dipengaruhi oleh penambahan metanol yang semakin banyak metanol maka *yield* semakin tinggi. Secara stoikiometri banyaknya jumlah alkohol yang dibutuhkan untuk reaksi adalah setiap 3 mol untuk setiap 1 mol trigliserida untuk memperoleh 3 mol alkil ester dan 1 mol gliserol [Bradshaw and Meuly, 1944]. Pemberian alkohol yang berlebih akan mendorong reaksi kearah pembentukan metil ester sampai keadaan tertentu dan akan mengalami penurunan setelah melewati kondisi maksimal [Destianna, 2007].

### 3.2 Penentuan persentasi optimal katalis

Persentasi optimal katalis mempengaruhi *yield* transesterifikasi dalam sintesis *biodiesel*. Proses sintesis *biodiesel* dilakukan pada suhu 60°C dengan waktu reaksi selama 200 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Jumlah katalis yang digunakan adalah 6%, 8%, dan 10% b/b sedangkan perbandingan mol metanol dengan minyak biji saga yang digunakan adalah (1:3), (1:6) dan (1:9) atau (1 mol minyak : 3 mol metanol). Dari penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan hasil yang disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 2.



**Gambar 2.** Hubungan antara *Yield* terhadap penambahan katalis pada perbandingan mol metanol (1:3; 1:6; 1:9) dalam sintesis *biodiesel*.

Dari Gambar 2 dapat dilihat persentasi katalis yang optimal adalah 8% dengan *yield* 86,74% dengan perbandingan mol 1:9. Pada perbandingan mol 1:9 dengan penambahan katalis 6% *yield* sebesar 78,48% hal ini karena adanya metil ester yang tidak bereaksi begitu juga dengan katalis 10% *yield* sebesar 82,29% hal ini karena semakin banyak penambahan katalis maka reaksi cenderung kembali seperti semula. Pada sintesis *biodiesel* ini reaksi berjalan secara *reversible* sehingga semakin banyak katalis yang digunakan akan mempengaruhi laju pembentukan metil ester serta reaksi akan kembali seperti semula. Untuk itu diperlukan persentasi yang optimal pada katalis agar reaksi tidak kembali seperti semula [Destianna dkk, 2007]]. Katalis yang digunakan yaitu H-zeolit, 2% b/b katalis H-zeolit adalah banyaknya katalis yang digunakan (gr) terhadap banyaknya bahan baku (gr). Jika

berat bahan baku 50 gr maka 2% dari 50 gr adalah 1 gr berat katalis.

### 3.3 Sifat fisika biodiesel

Perbandingan hasil karakteristik sifat fisika biodiesel pada penelitian ini dan dari Standar Nasional Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.

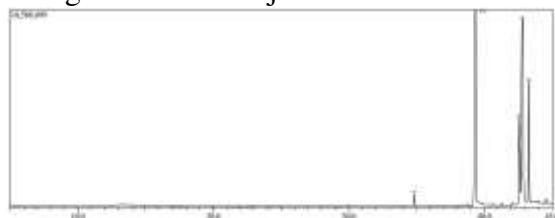
**Tabel 2.** Perbandingan karakteristik sifat fisika biodiesel

Parameter dan satuannya	SNI	Hasil Penelitian
Massa Jenis pada 40°C, kg/m <sup>3</sup>	850-890	853
Viskositas pada 40°C, mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3-6,0	5,15
Angka asam, mg-KOH/g	Maks. 0,80	0,49

Dari Tabel 2 dapat dilihat sifat fisika biodiesel yang masih berada pada range spesifikasi SNI yang artinya sudah memenuhi standar biodiesel.

### 3.4 Sifat kimia biodiesel

Sifat kimia biodiesel dapat dilihat dari gambar 3 hasil uji GC-MS.



**Gambar 3.** GC-MS *biodiesel* dengan katalis 8% pada perbandingan mol 1:9.

Dari Gambar 3 dapat dilihat hasil uji GC-MS *biodiesel* dengan katalis 8% pada perbandingan mol 1:9 maka didapatkan data yang disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil GC-MS *biodiesel* dengan katalis 2% perbandingan molar 1:9

Puncak	Run time (min)	Senyawa teridentifikasi	Luas area (%)
2	39,341	Metil ester palmitat	39,61
3	42,581	Metil ester linoleat	10,30
4	42,815	Metil ester oleat	37,92

5	43,288	Metil ester stearat	11,19
---	--------	---------------------	-------

Dari Tabel 3 dapat dilihat hasil analisis GC-MS *biodiesel* dengan kandungan metil ester pada katalis 8% yang tertinggi adalah metil ester palmitat dengan luas area 39,61% yang terdapat pada puncak 2.

## 4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Jumlah katalis mempengaruhi konversi biodiesel yang dihasilkan, *yield* tertinggi diperoleh pada jumlah katalis 8% dengan perbandingan molar 1:9 sebanyak 86,74%. Sedangkan *yield* terendah diperoleh pada jumlah katalis 6% dengan perbandingan molar 1:3 sebanyak 48,17%.
2. Penambahan metanol mempengaruhi *yield* biodiesel yang dihasilkan, *yield* tertinggi diperoleh pada perbandingan molar metanol dan 1:9 dengan jumlah katalis 8% sebanyak 86,74%. Sedangkan *yield* terendah diperoleh pada perbandingan molar metanol 1:3 dengan jumlah katalis 6% sebanyak 48,17%.
3. Hasil karakteristik fisika biodiesel pada jumlah katalis 8% dengan perbandingan molar 1:9 memiliki densitas 853 kg/m<sup>3</sup>, viskositas kinematik 5,15 cp, angka asam 0,49 mg-KOH/gr sampel.

Saran lanjutan yang dapat ditindak lanjuti pada penelitian ini antara lain:

1. Diperlukan penelitian lanjutan tentang pembuatan biodiesel menggunakan kondisi operasi yang berbeda agar didapatkan *yield* yang lebih optimum.
2. Diperlukan penelitian lanjutan dalam pemurnian biodiesel, agar hasil yang didapatkan lebih optimum

## 5. Daftar Pustaka

- Bradshaw, G.B and Meuly, W.C., 1944, *Preparation of Detergent*, U.S. Patent Office No. 2,360,844.
- Destianna., 2007, Intensifikasi Proses Produksi *Biodiesel*, *Karya Tulis Ilmiah*, Program Studi Teknik Kimia S1 Fakultas Teknik, ITB.
- Handoyo, R., Anggraini, A.A dan Anwar, S., 2007, Biodiesel dari Minyak Biji Kapok, *Jurnal Enjiniring Pertanian*, Volume 5 Nomor 1.
- Lukman, A.H., 1982, Pengaruh Perajangan dan Lama Pengukusan Biji Saga Pohon ( *Adenantha Pavonina*) Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak yang Dihasilkan pada Proses Ekstraksi, *Skripsi*, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Marchetti, J.M., 2008, *A Comparison Between Raw Material and Technologies for a Sustainable Biodiesel Production Industry*, *Journal of Economic Effects of Biofuel Production*, Universidad Nacional del Sur-CONICET, Bahia Blanca, Argentina.
- Santoso, H., Kristianti, I dan Setyadi, A., 2013, Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Basa Heterogen Dasar Kulit Telur, *Skripsi*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Katolik Prahayangan, Bandung.